パソコン制御自動導入／高速モータードライブ イーゼウス E-ZEUS

# ○○赤道儀用 取扱説明書

見本です
機種ごとに異なります

**E-ZEUSはアマチュアのエキスパートチームが開発した、汎用モータードライブ装置です。恒星時運転での震動やふらつき、高速スローアップ回転時の細かな脱調による自動導入の精度不良など、ステッピングモーター・マイクロステップ駆動の欠点を全て克服しています。低価格化のため部材は簡素ですが、非常に価値の高い装置です。末永くご愛用ください。**

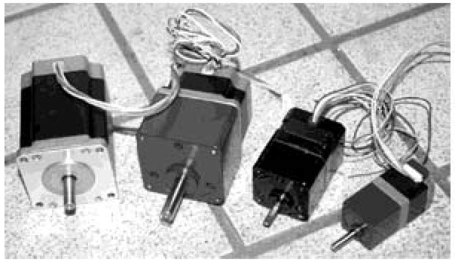
**●梱包の内容**

①E-ZEUS本体
②ハンドボックス
③ハンドボックス用ケーブル（③④同様）
④パソコン接続用RS232Cケーブル（③④同様）
⑤モーターケーブル
※各ケーブルはユーザーが好みの長さに買い換える場合のために、入手の容易なRS232Cストレートケーブルです。
⑥AC100V用24V出力電源
⑦SUPERSTARⅣお試し版CD
⑧Yoc（ようくん）ソフトと、SUPERSTARⅣのSTEP.DAT、およびリファレンスマニュアルの入ったCD




**●主な仕様**

機種ごとに異なる設定です。下記一覧をご覧ください。出荷時に設定済みです。他の赤道儀に使用するなどで変更の場合はリファレンスマニュアルを参照してください。E-ZEUSは様々な赤道儀に対応できる「汎用モータードライブ装置」ですが、設定変更は自己責任でお願いいたします。
※プラネタリウムソフトの使用に際しては、それぞれ固有の設定をする必要があります（後述）。



**E-ZEUSは赤道儀ごとにオリエンタル製の様々なモーターを採用しています。
装着法は赤道儀によって異なります。
大型用はメーカー純正ドライバ回路を用います。**

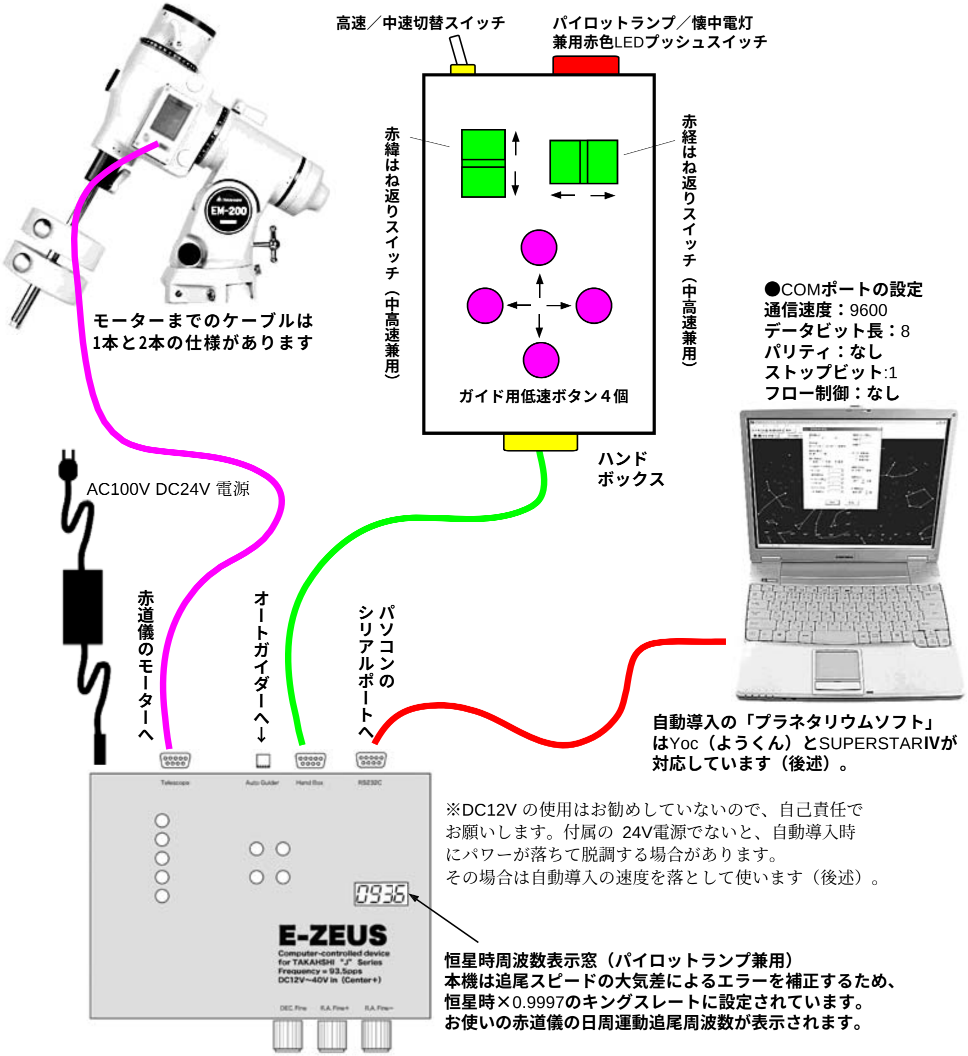
**●このE-ZEUSは○○製○○赤道儀用に設定されています。**
**・赤経　ウオームホイール…351丁　　伝達ギヤ比…1.35（54：40）**
**PK264モーターギヤヘッド1/9　　200パルスで１周　　マイクロステップ８分割**
**１回転総ステップ　351×1.35×9×200×8＝6823440**
**キングスレート補正　6318000×0.9997　＝6821392.968（RD&06821393）**
**日周運動追尾…79.2pps（自動導入初期値約240倍速）**
**・赤緯　　ウオームホイール…310丁　　伝達ギヤ比…2（44：22）**
**PK264モーターギヤヘッド1/7.2　　200パルスで１周　　マイクロステップ８分**
**１回転総ステップ　310×2×7.2×200×8＝7142400（自動導入初期値240倍速）**
**※Yocの接続周回ステップ　赤経…1705860　赤緯…1785600（４分周）**
**※SUPERSTARIVのStep.dat…赤経…1A0784　赤緯…1B3F00（本機用Step.datは添付CD）**



**●ハンドボックスの使い方と接続**

図のようにハンドボックスやパソコンなどを接続します。パソコンをつながない場合は、ハンドボックスで自動導入と同じ高速駆動ができる、使いやすいモータードライブ装置になります。

ハンドボックスのトグルスイッチで、「高速」と目標天体の導入などに使用する「中速」を選択できるようになっています。上部の赤色LED内蔵スイッチはON/OFFができ、パイロットランプと懐中電灯兼用になっています。




**自動導入の「プラネタリウムソフト」はYoc（ようくん）とSUPERSTARⅣが対応しています（後述）。**

※DC12V の使用はお勧めしていないので、自己責任でお願いします。付属の 24V電源でないと、自動導入時にパワーが落ちて脱調する場合があります。
その場合は自動導入の速度を落として使います（後述）。

**恒星時周波数表示窓（パイロットランプ兼用）
本機は追尾スピードの大気差によるエラーを補正するため、恒星時×0.9997のキングスレートに設定されています。
お使いの赤道儀の日周運動追尾周波数が表示されます。**

**低速調整外部ボリューム
天体写真のガイド撮影やオートガイダー使用時にガイディングの速度を調節します。
赤経は日周運動より速い速度（＋）遅い速度（－）調整が独立していて赤緯は１種類です。モーターの回転テストのため、大幅に速度が変わるようになっています。通常はRA Fine－は，いちばん絞った付近で使います。**

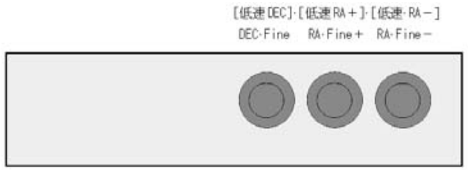
電源投入後は、ハンドボックスのボタンの操作、または自動導入を1回行なわないと、恒星時運転は始まりません。これは安全のための仕様です。装着後は高速で赤経・赤緯とも1〜2周以上回して赤道儀内部のギヤの「ナラシ」をしてください。とくに古い赤道儀の場合は、ナラシ運転を何度も行なってください。

**●ガイド用低速の速度調整**

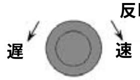
E-ZEUSは、天体写真のガイディングに使用する「低速 DEC」「低速 RA＋」「低速RA－」を外付けの3つのボリュームで任意に変更できます。
「低速 RA－」は、恒星時よりも遅い正転を与えます。逆転ではないため、設定が大きすぎると恒星時よりも進んでしまいますのでご注意ください。ハンドボックスにあるガイド用低速スイッチは、中央の4個配列されたボタンです。
オートガイダーによるコントロール速度も、この3つのボリュームに連動しますので、適切なガイディング速度を設定することができます。

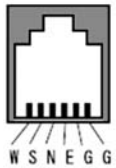
**●オートガイダー**

オートガイダーとの接続は、6極モジュラーコネクタと接続することにより行ないます。
E-ZEUSのピンアサインは右の図を参照してください。本体向かって左から
RA+(W), DEC+(S), DEC－(N), RA－(E), 接地(GND), 接地(GND)
オートガイダー端子には、接点入力(リレー接点入力)による信号を入力することを前提としています（下の図を参照)。
ON時 ／ GND とショート
OFF時／ GND とオープン
オープンコレクタ入力でも動作しますが､極性に注意ください。
MeadeやSBIG（ST-5c,237など）のオートガイダーとは､6極6芯のモジュラーケーブルで接続します。Meadeはストレート、SBIGはリバース接続ケーブルを使用します。



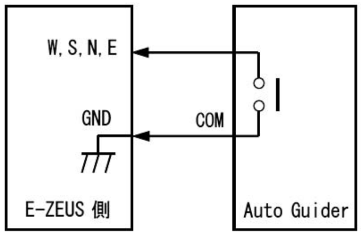

**各ボリュームは，時計回しで高速に，反時計回しで低速になります．**



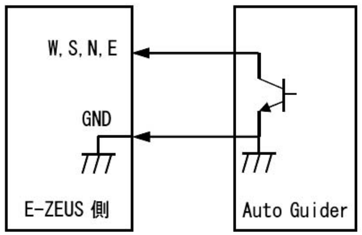




**オートガイダー用モジュラージャックのピン配列**

**【オートガイダーの重要な注意】**
**原則としてオートガイダーメーカで販売している「リレーアダプタ」を仲介して接続してください。**
**SBIG 製の製品では、6番ピン（ピンアサイン図の右端）に DC12V を供給するタイプのものがあります。このような製品で直接 E-ZEUS のモジュラー端子に接続するとオートガイダー内のDC電源とグランドがショートしてしまい､オートガイダーを破損する恐れがあります。**
**他社の製品でも仕様の変更があると同様の危険があります。**



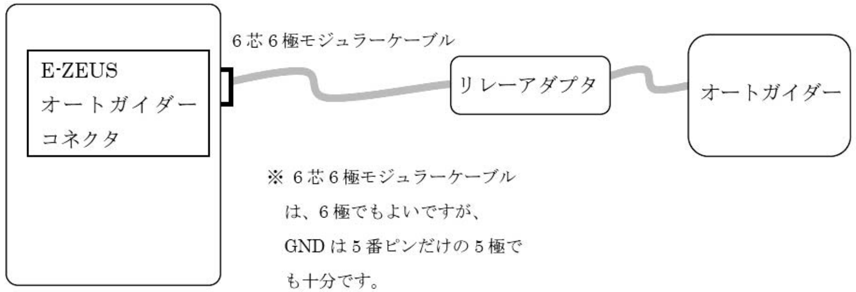

**接点（リレー）入力**



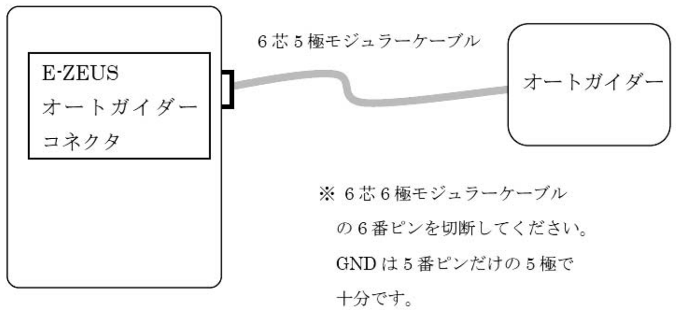

**オープンコレクタ入力**



○ 不安のある場合は、原則として「リレーアダプタ」を仲介して接続してください。
SBIG社製品では、「リレーアダプタボックス」という商品（売価 18,000円程）があります。




○ 6番ピンにDC12Vが入力されないよう、ケーブルの当該線を切断することでもＯＫです。この場合は「リレーアダプタ」を仲介せず直接モジュラーケーブルで接続することが可能となります。自信のある場合にのみ自己責任で行なってください。
オートガイダーが、6番ピンにDC12Vが供給されていない機種であれば 6芯6極ケーブルのままで問題ありません。要するに、E-ZEUS側にDC電源が入らないことです。




○ ビクセンAGA-1 は接続が異なりますので注意してください。
(参考)ビクセンAGA-1 の説明書の接続順 —— 以下の順にピンを入れ替えます。
[変更前] 左から W, RA-com, E, DEC-com, N, S
[変更後] 左から W, S, N, E, RA-com, DEC-com

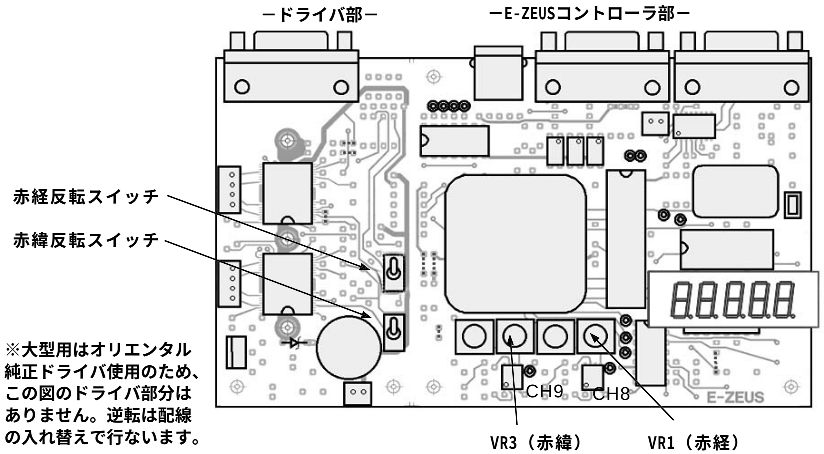
**●自動導入の速度調整**

E-ZEUSは、その赤道儀に適した自動導入の速度（ハンドボックスでの高速と同じ）に設定して出荷されていますので､通常は自動導入の速度調整をする必要はありません。
しかし、赤道儀のバランスが大きく崩れていたり､整備不良でギヤ周りの回転の異常に渋い赤道儀では､自動導入時にモーターがパワー不足で空回り（脱調）することがあり､厳寒地での使用や12Vでの使用時にも脱調することがあります。
脱調が頻繁に起こる場合は､次ページ基板の図の内部ボリュームVR1（赤経）とVR3（赤緯)を右に回すと自動導入の速度が下がり､モーターのパワーを上げることができます。
逆にボリュームを左に回せば自動導入の速度が上がります。脱調に注意して少しずつ調整しま

す。時計の秒針1440倍速が目安になります。
自動導入が恒星時の何倍速なのかは、チェック端子CH8（赤経）とCH9（赤緯）にオシロスコープや周波数カウンタを接続し、その周波数を恒星時駆動周波数で割り算した値が倍速です。出荷時には取説の倍速に設定されていますが、実際の運用では何倍速かは強いて知る必要はないでしょう。

**●DC12Vでの使用**（標準型の場合）
DC24V（付属のスイッチング電源）仕様のE-ZEUSを、カーバッテリなどのDC12Vで使うことは自動導入時のパワーが低下して脱調を起こすのでお勧めしていません。
どうしても12Vを使用する場合は、上記のように内部ボリュームVR1（赤経）とVR3（赤緯）を右に回して脱調の起こらない速度にしてください。↗
およそDC24V時の60%程度の速度になります。
昇圧型のDC-DCコンバータを使用して、DC12VをDC24Vに変換して使用する方法もあります。この場合は、24V50W程度のDC-DCコンバータが適しています。
カーショップなどで入手できるAC100Vコンバーターを用い、付属のDC24Vスイッチング電源を使用するのも変換効率は悪いですが、手軽な方法です。この場合は100V60W程度を使用してください。

**●逆転スイッチ**（標準型の場合）
鏡筒やモーター取付位置の変更など、何らかの理由で赤道儀が逆転した場合は、内部のトグルスイッチで赤経・赤緯別に回転方向を反転させることができます（下の基板の図参照）。




**●自動導入**
E-ZEUSは、はパソコンのシリアルポートとRS232Cケーブルで接続し、下記の2つのプラネタリウムソフトで天体の自動導入が行なえます。最近のノートパソコンにはRS232C端子が無い製品も多くなっています。「USB→RS232C」または「PCMCIA→RS232C」の変換アダプターも使えますが、希に不具合の出る製品もあるので、お使いになる場合は自己責任でお願いします。
できればRS232C端子のあるパソコンを用意してください。ポートの設定などはパソコンのマニュアルをご参照ください。
プラネタリウムソフト（E-ZEUSの制御ソフト）は、SUPERSTARⅣとYocが対応しています。
①SUPERSTARⅣ（谷藤賢一氏作）…12000円。スカイバードでも販売しています。お試し版がE-ZEUSに同梱されています。
http://www.now21.com/superstar/
②Yoc（ようくん　瀬戸口貴司氏作）…フリーウエア
http://www7.ocn.ne.jp/~set/Yoc/Yoc.html
CDが同梱されています。



**●SUPERSTARⅣ**
CDを挿入してインストール後、SUPERSTARⅣを立ち上げたら、左上のメニューから【天体導入】【接続】の望遠鏡選択画面で【E-ZEUS】とクリックすると、E-ZEUSが赤道儀と接続されますが、この時点ではお使いの赤道儀の仕様を司るStep.datファイルの内容がダミーですので、下記のように書き換えておく必要があります（下記数値は一例で、赤道儀ごとに異なります）。

0x18B820 0x18B820 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1

YocのCDの方に本機用に書き換えた Step.datを入れておきますので、コピーしてパソコンの【ProgramFailes】フォルダの【SuperStara4P】フォルダの【dillnavi】フォルダの中に上書きしてください。

①まず望遠鏡に任意の星を入れる（星が子午線の西側なら鏡筒は極軸の東側にセット）。
②任意の星をパソコン画面から探し星を右クリック（窓には任意の星の他の天体名も表示）。
③任意の星（望遠鏡の視野にある）をクリック。
④同期（画面中央左）をクリックして準備完了。
※これ以降、導入した天体を視野中央に修正した際も、同期をすると導入が正確になります。
⑤目標の天体をパソコン画面から探し出す。
⑥目標天体を右クリックし表示天体を選択。
⑦『導入』をクリック。望遠鏡が動き出す。
※ハンドボックスの絵が画面にあるので、これで動かすこともできます。
※子午線をまたいだ導入の場合は、鏡筒が反転し極軸の反対側に動くのでご注意ください。




**●Yoc（ようくん）**
Yoc（ようくん）には、インストールの作業はありません。【Yoc26】フォルダをお使いのパソコンにコピーして、その中の【Yoc.EXE】をクリックするとスタートします。
【制御】→【接続】として、下の図のように右上の周回ステップ数の欄に、お使いの赤道儀の赤経・赤緯の数値（本取説1ページめ下のカコミに記載）を打ち込んでください。
終わったら、上のメニューの「ファイル」→「環境設定」で「システムへ登録」を行なってください。これでセットアップは完了です。

Yocの場合は、自動導入で子午線をまたぐ際に「鏡筒を反転するかどうか」聞いてきて、反転させる場合は安全のために一度北極星に向いて、一瞬止まってから目標天体に向かって動きます。

YocはE-ZEUS専用の観測者のために作られたプラネタリウムソフトです。そのためE-ZEUS本体内部で変更する、「回転方向」「自動導入時のスローダウンのタイミング」も変更できるようになっています（通常は使用しません）。
彗星などの固有の運動を追跡する機能や、導入誤差補正、モザイク撮影のために望遠鏡の向きを順次変えて行く機能なども搭載しています。地平座標や赤道座標も出すことができるので、使いやすい設定を試みてください。
詳しくは前述のホームページをご覧ください。



**●ご使用の手順**

ご使用の前には「観測地」を設定してください。デフォルトのままでも動きますが、より正確な自動導入ができるようになります。
SUPERSTARⅣは画面左上の【観測地】のメニューから、Yocは左上の【ファイル】→【環境設定】のメニューから設定します。

## ドイツ式赤道儀での重要事項

**天体が子午線の西側にある場合は鏡筒は東側**
**天体が子午線の東側にある場合は鏡筒は西側**

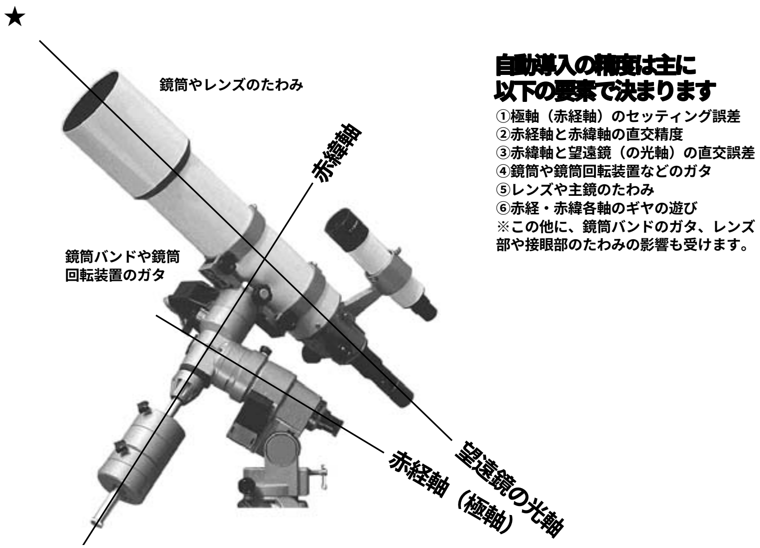
**以上のポジションから自動導入を始めることが大前提となります。**
**子午線をまたいで（子午線の東→西、または西→東）天体を導入する場合は、鏡筒の前後が180度回転し、極軸に対する東西の位置が入れ替わるのでご注意ください。**
**ご使用中には「鏡筒と子午線と天体」の位置を常に意識し、子午線をまたいだ導入はあまり行なわない方がよいでしょう。**

SUPERSTARⅣもYocも、上のカコミ中のように、
**天体が子午線の西側にある場合は鏡筒は東側**
**天体が子午線の東側にある場合は鏡筒は西側**
…の位置を確認してから初期設定を行ないます。

SUPERSTARⅣの場合は、子午線を明瞭に表示するため、白色表示にすると便利です。左上のメニューの【その他】→【表示設定】→とクリックして、座標線の子午線を白色にしてください。

Yocでは、【制御】→【接続】の画面で、赤道儀のタイプ（ドイツ式、フォーク式。経緯台はE-ZEUSの姉妹機のA-ZEUS専用）の指定と、鏡筒の位置（極軸の東か西）を確認しておきます。
Yocには，鏡筒が天頂を向いた位置からの導入と、前回終了時の位置を覚えていて継続して導入する機能があります。鏡筒を天頂に向けないで、最初に手動（またはハンドボックスの高速）で任意の天体を導入し、その位置からスタートしてもかまいません。
SUPERSTARⅣの場合は、「鏡筒の位置」の設定はありません。導入する天体が子午線の西側にある場合は、「鏡筒は東側にある」と判断され、天体が子午線の東側にある場合は、「鏡筒は西側にある」と判断されます。最初に手動（またはハンドボックスの高速）で任意の天体を導入し、その位置からスタートとします。

任意の天体を導入したら、パソコン画面からその天体を選んで**同期**（Yocでは**位置合せ**）をクリックし、E-ZEUSに天体の位置を覚えさせれば、そこが「原点」となって初期設定は完了です。この






後は次々と自動導入ができます。
目的の天体が視野中央にない場合は、ハンドボックスの操作などで視野中央に移動させて、**同期**（Yocの場合は**位置合せ**）をクリックしてください。その位置が再び原点となって、その付近の導入精度が向上します。
後述のように、赤道儀のセッティングや各軸の直交精度が悪いと、この**同期**（**位置合せ**）は頻繁に行なう必要があります。

E-ZEUSは一部の自動導入装置のように、天体が日周運動で子午線を通過（子午線の東側から西側に移る）する際に、鏡筒がいきなり反転して東西の位置が入れ替わることはありません。
しかし、SUPERSTARⅣで自動導入する際は、子午線をまたいだ位置の天体を導入すると、無条件で鏡筒が反転して東西が入れ替わるのでご注意ください。
Yocでの子午線をまたいだ自動導入の際には、「鏡筒を反転して東西を入れ替えて導入するか、反転しないでそのまま導入するか」を聞いてきます。「そのまま導入」は、たとえば脚がスリムで、鏡筒反転をしなくても鏡筒が脚部などにぶつからない赤道儀もあるので、そのための機能です。「そのまま導入の」場合は、天体の位置を良く確かめてから行なってください。
「鏡筒反転して東西を入れ替える」場合は、安全のためにいったん北極星に向いて、一呼吸おいてから目的の天体に向かって動き出します。

**●自動導入の精度**

E-ZEUSの自動導入時の高速駆動は、全く脱調のない高度な手法が採用されています。モーターそのものは、赤経・赤緯各軸の総ステップの1/4分周の精度、すなわち1"角を切ったきわめて高い導入精度で回転します。
しかし、赤道儀の構造を見ると、赤経軸と赤緯軸、光軸などの直交精度などは、それほど精密に作られている様子はありません。反射望遠鏡の場合は、光軸調整を行なうと赤緯軸と光軸の直交精度が変わってしまいます。

したがってE-ZEUSの自動導入精度は、赤道儀の極軸セッティングや各軸の直交精度、そしてギヤの遊びや各部のガタなどで決まります。
逆にいえば、E-ZEUSで赤道儀の各軸の直交精度を測定しているような現象が起こります。

自動導入の精度は主に以下の要素で決まります。
①極軸（赤経軸）のセッティング誤差
②赤経軸と赤緯軸の直交精度
③赤緯軸と望遠鏡（の光軸）の直交誤差
④鏡筒や鏡筒回転装置などのガタ
⑤レンズや主鏡のたわみ
⑥赤経・赤緯各軸のギヤの遊び
……⑥のギヤの遊びは、赤経軸は常に日周運動で回転しているため、導入後すぐに高い精度に復帰します。しかし、赤緯軸は反対方向に回るときギヤの遊びの影響を最大に受けるので、自動導入の方向は、なるべく一定方向にしてください。
また、天の赤道付近の導入精度は高いですが、一気に北極付近に向けると、各部の直交誤差の影響を大きく受けて導入精度が悪くなります。
実際、＋60°以北の銀河には「超新星の発見」はほとんどありません。これは、多くの自動導入赤道儀が北の空に向けるほど導入精度が悪くなり、それを補正するプログラムを搭載しても、なかなか満足に機能しないことを物語っています。

E-ZEUSの導入精度は、赤道儀の状態によりますが、赤経が1〜2′、赤緯が5〜7′くらいとなるようです。100倍の視野は約30′ですから、実用上は問題はないと思われます。

**●自動導入の精度補正**

SUPERSTARⅣとYocには、「鏡筒反転」という支援コマンドがあります。これは、前述の③赤緯軸と望遠鏡（の光軸）の直交誤差を修正したい場合に使用する機能です。鏡筒バンドなどに押しネジなどの調節機構を設ける必要があります。
たとえば、子午線の西にある星を視野中央に導入し、「鏡筒反転」をクリックすると鏡筒は西側に動いて同じ星を自動導入します。このとき、赤緯軸と望遠鏡の光軸が完全に直行していれば、星は視野中央に導入されるはずです。実際は東西にずれているので、ズレの半分だけ視野中央に近づけ、再び「鏡筒反転」で同じ星を導入し、これをくり返して赤緯軸と望遠鏡（の光軸）の直交誤差を修正できます。

またYocには、自動導入の精度を向上させるために、学習機能や3点アライメント機能があります。しかし、セッティングや直交精度は補正しますが、復元性のないガタやたわみなどが発生すると、逆に導入精度が下がることもあり得ます。